



Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca
Universidad Zaragoza

DISEÑO DE PROTOCOLO DE DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

PROTOCOL DESIGN FOR DETECTION AND
RECOVERY EVALUATION OF AN ACL INJURY

CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

TRABAJO DE FIN DE GRADO

AUTOR: LORIÉN MONTALBÁN GELLA

TUTOR: RICARDO ROS

Huesca, 19 de junio del 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	9
3. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DE LOS PROTOCOLOS	10
3.1. Pautas para la búsqueda de protocolos:	10
3.2. Resultados del estudio bibliográfico de los artículos seleccionados:	11
3.3. Conclusión del análisis bibliográfico.	24
4. PROPUESTA DE PROTOCOLO DE PRUEBA DE SALTO CON DROP JUMP	27
4.1. Análisis previos al protocolo.	27
4.2. Propuesta de protocolo.	29
4.2.1. Descripción del protocolo de realización.	29
4.2.2. Descripción del test.	31
4.3. Materiales.	34
4.4. Resultados obtenidos.	37
4.5. Instrucciones para el ejecutante.	39
4.6. Directrices para el controlador.	39

5. RESULTADOS	40
6. DISCUSIÓN	41
7. CONCLUSIONES	43
8. BIBLIOGRAFÍA	47
9. ANEXOS	51

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la lesión de ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA) es una de las más frecuentes en los deportistas lo que le ha llevado a ser una de las lesiones más temidas ya que a demás de frecuente, es muy larga y en muchos casos requiere de intervención quirúrgica para curarla.

La rotura del LCA es una de las lesiones más comunes en el deporte, siendo los de más alto riesgo el baloncesto, el fútbol, el balonmano, el esquí alpino, el voleibol y el tenis (Michaelidis et al., 2014) (Voskanian, 2013).

El 70%-78% de estas lesiones se producen por mecanismos de no contacto; es decir, el ligamento se rasga durante un movimiento que no implica un contacto con otro atleta (aterrizaje de un salto en una sola pierna, parada brusca, corte, giro o deceleración para un cambio de dirección) (Voskanian, 2013).

La incidencia de esta lesión de 2 a 8 veces mayor en mujeres que en hombres, presentando un mayor riesgo de lesión sin contacto. Una cantidad significativa de investigaciones se centra en la mujeres deportistas de diversas edades, en las que se estudian las diferencias anatómicas, las hormonas sexuales específicas y los factores neuromusculares (nivel de acondicionamiento, nivel de habilidad, tamaño de la muesca femoral, dimensiones del LCA, grado de laxitud de la rodilla, ángulo Q, diferencias hormonales) (Michaelidis et al., 2014)

Numerosos estudios han informado que las mujeres atletas realizan diversas acciones deportivas, como pueden ser el aterrizaje después de un salto, un corte o un pivote, con una disminución de la flexión de cadera y de rodilla, aumentando el valgo de rodilla, la rotación interna de cadera y externa de tibia (Michaelidis et al., 2014) (Voskanian, 2013).

Los ligamentos cruzados se encuentran en el interior de la articulación de la rodilla. Se cruzan uno con otro formando una "X", con el ligamento cruzado anterior adelante y el ligamento cruzado posterior detrás. Los ligamentos cruzados controlan el movimiento de su rodilla hacia atrás y hacia adelante. El ligamento cruzado anterior recorre diagonalmente en la mitad de la rodilla. Sus funciones principales son la prevención de que la tibia se salga de posición, que la dejaría delante del fémur, y también proveer de estabilidad rotacional a la rodilla.

La primera obligación del LCA es impedir el desplazamiento anterior y posterior de la tibia con relación al fémur y, en menor medida, controlar en carga la laxitud en varo, en valgo y la rotación; de hecho es una estructura estabilizadora en la rodilla de animales con poca inestabilidad rotacional. Los ligamentos cruzados de la rodilla son los encargados de regular la cinemática articular y los «órganos sensores» que informan de la musculatura periarticular influyendo sobre la posición de las superficies articulares, la dirección y la magnitud de las fuerzas y, también, de forma indirecta, sobre la distribución de las tensiones articulares.

La rotura del LCA, aislada o combinada con lesiones meniscales o de los ligamentos colaterales, producen cambios radiográficos degenerativos entre el 60 y el 90% de los pacientes, entre 10 y 15 años después de la lesión y, aunque la falta del LCA no siempre produce una pérdida funcional importante, está indicada su reparación. Especialmente en los deportistas debe repararse el ligamento roto no sólo para volver a su actividad deportiva sino, también, para prevenir el riesgo de rotura del menisco y evitar cambios degenerativos articulares. Es por esto que las lesiones asociadas con la rotura del LCA despiertan cada vez mayor interés pues son frecuentes las lesiones asociadas tras las roturas no reconstruidas, sin encontrar una evidencia de que la estabilización quirúrgica

del pivote central aislado de la rodilla haga desaparecer ese riesgo futuro. (Forriol, F., 2008)

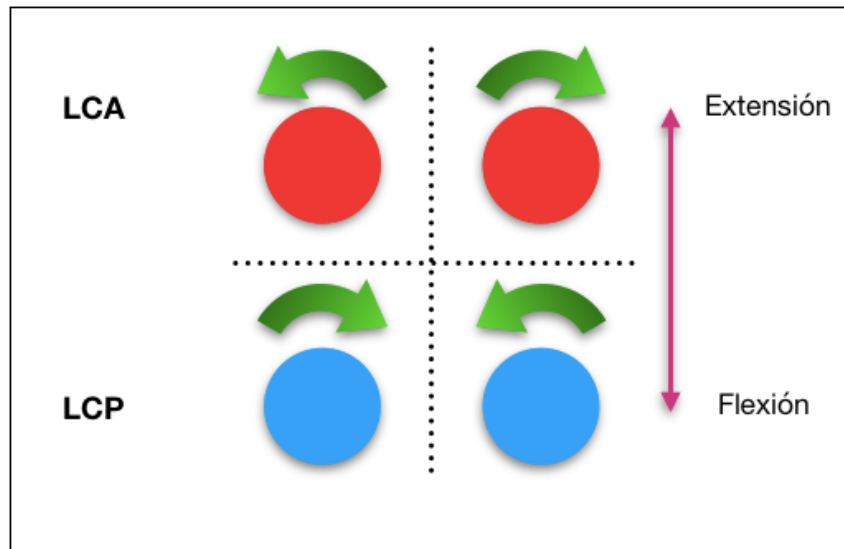


Imagen 1. El LCA derecho y el LCP izquierdo giran, durante la flexión de rodilla, en el sentido de las agujas del reloj, mientras que el LCA izquierdo y el LCP derecho lo hacen en sentido contrario.

El ángulo Q de la rodilla es El ángulo “Q” es el resultante entre el eje del cuádriceps y el del tendón rotuliano. (Miralles R., 1998)

Para la evaluación en la exploración clínica del ángulo “Q”, se unen los segmentos de espina iliaca antero-superior con el centro de la rótula y el centro de la rótula con el centro de la tuberosidad anterior de la tibia. Este ángulo aumenta principalmente en caso de anteversión del cuello del fémur, rotación externa de la tibia y/o rotación externa del tubérculo tibial. Los factores que contrarrestan la fuerza del desplazamiento lateral son: el alerón rotuliano interno, el vasto interno oblicuo y la posición del cóndilo lateral. Cualquier desequilibrio entre las mencionadas fuerzas produce un desplazamiento de la rótula hacia el lado externo, produciendo así un aumento del ángulo Q. (McConell, J., 1997)

Retomando las diferencias entre hombres y mujeres, un aspecto a destacar del ángulo “Q” es que en la medición se debe tener en cuenta que en la mujer el valor es más alto

en comparación con el hombre, en las mujeres el valor normal del ángulo es $15.8^{\circ} (\pm 4.5^{\circ})$, mientras que en los hombres es de $11.2^{\circ} (\pm 3^{\circ})$. Esta diferencia está es debido a que en las mujeres la pelvis es más ancha, por lo que el valgo de la rodilla será mayor para poder establecer los ejes mecánicos a través de todo el miembro inferior. Por otro lado, las mujeres presentan el fémur más corto en relación a los hombres, mostrando así un aumento del valgo y por ende del ángulo “Q”, alterando la cinemática de la locomoción de miembros inferiores. Esto tiene como consecuencia que la lesión de LCA sea más común en mujeres. Según varios estudios, las mujeres tienen más probabilidades de sufrir una ruptura del LCA que los hombres, pero la causa de esta situación aún no se entiende completamente, aunque puede deberse a diferencias en la anatomía (menor fuerza del grupo cuádriceps e isquío) al igual que en el funcionamiento muscular. En un estudio realizado por Koehle et al, se comprobó que la estadística de lesión era de 4,2 lesiones por cada 100.000 días de esquí entre los hombres frente a 4,4 lesiones por cada 100.000 días de esquí entre las mujeres. (Koehle, 2002)

Dugan; Myer et al y Briem en sus respectivos estudios afirman que las lesiones del LCA son muy comunes en los deportes, pero que en las mujeres el riesgo de sufrirlas es mayor que en los hombres en un mismo nivel deportivo. (Dugan, 2005; Myer 2004; Briem 2017).

Henry et al y Hewet et al apoyan también la idea pero aportan información sobre la posible existencia de diferencias neuromusculares entre el hombre y la mujer que influyen en la lesión y que entrenándolas podrían disminuir. (Henry, 2001; Hewet 2005)

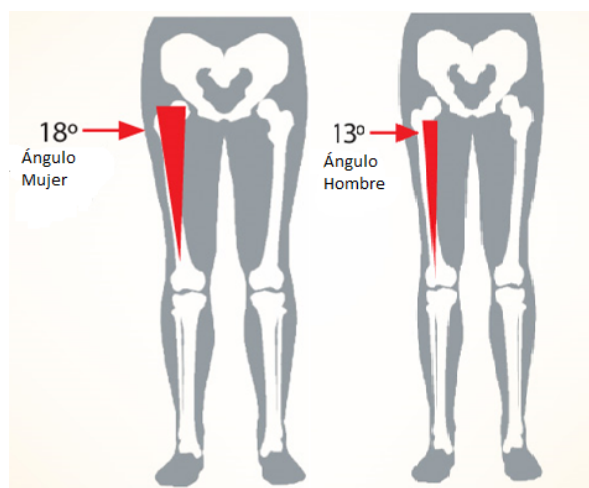


Imagen 2. Comparativa del ángulo Q de una mujer y de un hombre.

Una persona con ángulo “Q” alterado puede tener otras deformidades importantes, que podrían aumentar los síntomas para un síndrome femoropatelar, como la de pie plano; es por ello que también se realiza la evaluación de la huella plantar. (Bermeo Chimbo, et al., 2017)

Respecto a la relación de los parámetros de ángulo “Q” obtenidos y el riesgo de padecer una lesión de LCA según los estudios de Griffin et al (2006); Acevedo et al (2014) y Romero-Moraleda (2017), a mayor angulación se tenga de ángulo “Q”, mayor riesgo de sufrir lesión de LCA.

Una de las formas de evaluar el riesgo de sufrir esta lesión, es mediante un protocolo de salto con Drop Jump debido a que por naturaleza, es una prueba que permite conocer el tipo de vuelo y el tiempo empleado en la fase de contacto con el suelo, lo que nos permite comprobar el nivel de reactividad y la capacidad de hacer fuerza tanto de la rodilla como de los músculos y ligamentos que la rodean y esto pueden ser aspectos de gran utilidad y que permitan comparar resultados en un proceso de recuperación para comprobar si se avanza o no.

La necesidad de diseñar un nuevo protocolo de detección de LCA es porque es una lesión demasiado frecuente y que lleva un proceso de recuperación largo que si no se realiza de forma adecuada puede tener consecuencias irreversibles de cara a un futuro. Por ello he considerado la necesidad de revisar lo que nos dice la literatura acerca de los protocolos de detección y de evaluación del progreso de recuperación de dicha lesión. Tras revisarlos, he podido observar qué hay discrepancias entre unos y otros y artículos como el de Whyte (2018) alegan que la efectividad del protocolo con Drop Jump para detectar lesiones de LCA sin contacto no está clara.

Es así como ha surgido la idea de diseñar un protocolo que reúna las características necesarias para la detección y evaluación del progreso de recuperación de la lesión de LCA que sea sencillo de utilizar y asequible a cualquier persona con nociones básicas que se encuentre en la necesidad de utilizarlo.

A parte, destacamos que para la realización de este trabajo ha sido necesaria una revisión bibliográfica de una serie de artículos de los cuales he seleccionado los 10 más interesante para mi trabajo en los cuales se llevara a cabo un protocolo de detección de lesión de LCA.

2. OBJETIVOS

- Objetivos:
 - Revisión bibliográfica de protocolos que ya existan de un test de salto Drop Jump para la evaluación del riesgo de sufrir lesión de LCA.
 - Diseño de un protocolo completo de detección y evaluación de la lesión de LCA adecuado, con alto grado de confiabilidad, más rápido y más sencillo de llevar a cabo.
 - Valorar las ventajas del protocolo propuesto en relación a lo encontrado en la revisión bibliográfica.

3. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DE LOS PROTOCOLOS

3.1. Pautas para la búsqueda de protocolos:

- Los instrumentos utilizados para la búsqueda y selección de artículos en los cuales se incluyeran los distintos protocolos analizados, han sido los siguientes:

- PubMed
- Google Scholar
- Science direct

- Los parámetros de búsqueda introducidos o palabras clave utilizadas para encontrar los artículos utilizados fueron:

- Anterior Cruciate Ligament (ACL)
- Injury
- Mechanism
- Drop Jump
- Jump Test Protocol
- Optogait
- Q angle

Estas palabras claves combinadas entre ellas y por separado permitieron la búsqueda de los artículos seleccionados para la realización de este trabajo.

- Todos los artículos que permitían su descarga de forma gratuita fueron descargados y ordenados en una carpeta.

- Criterios de inclusión:

- Artículos en idioma inglés o en castellano.

- Cuya fecha de publicación sea posterior al 2000.
- Artículos extraídos de PubMed o Google Scholar.
- Criterios de exclusión:
 - Artículos en un idioma diferente al inglés o castellano.
 - Cuya fecha de publicación sea previa al 2000.
 - Artículos extraídos de cualquier sitio que no sea PubMed o Google Scholar.

3.2. Resultados del estudio bibliográfico de los artículos seleccionados:

1. Arundale et al. 2020.

Se examina a las **jugadoras de fútbol después de la reconstrucción del LCA y sus pares no lesionadas.**

Todas las jugadoras **recibieron información escrita y verbal sobre el estudio, y dieron su consentimiento informado por escrito antes de la prueba.**

El estudio fue aprobado por la Junta Regional de Revisión Ética (Dnr 2012 / 24-31, 2013 / 75-32, 2017 / 324-32).

Los **criterios de inclusión** para este estudio fueron los jugadores de fútbol, entre las edades de 16-25 años, sin antecedentes de lesiones de LCA.

Las cuarenta y seis mujeres incluidas en este estudio fueron reclutadas como se describió anteriormente, y seleccionadas de la cohorte femenina más grande porque se identificaron jugadores de fútbol masculinos adecuadamente emparejados. Los cuarenta y seis jugadores de fútbol masculinos fueron reclutados de los equipos de fútbol locales a través del boca a boca, entrenadores y presentaciones cortas por parte de los

investigadores al equipo y se emparejaron con las mujeres según la edad, la frecuencia de entrenamiento y la posición de juego.

Los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado, seguido de una prueba del salto tuck y tres pruebas del DJ. Tanto el salto tuck como el DJ fueron precedidos por algunos saltos de práctica de familiarización. El **calentamiento incluyó ejercicios de carrera típicos para jugadores de fútbol**, diez sentadillas, diez levantamientos de los dedos y 1 minuto de saltar la cuerda [6]. Todas las actividades **se realizaron en los zapatos y ropa deportiva de los jugadores**.

Drop Jump

A los jugadores se les dieron instrucciones estandarizadas para que cayeran de la caja (31 cm) e inmediatamente saltaran lo más alto posible, alcanzando con ambas manos una pelota suspendida sobre ellos. El primer aterrizaje del DVJ se evaluó con dos métodos diferentes, cuantitativa y cualitativamente. Para simplificar las mediciones y aumentar la visibilidad, el trocánter mayor del atleta, la línea lateral de la articulación de la rodilla, la cabeza fibular, el maléolo lateral, el tendón de la rótula y el centro de la rótula se identificaron por palpación y se marcaron con un rotulador. Se filmaron tres ensayos de DVJ utilizando la misma **cámara en el frontal y otra en el plano sagital**.

Opinión personal sobre el protocolo:

El protocolo está únicamente diseñado para realizar con jugadores de fútbol por lo que nos podía extrapolar a otros deportes o situaciones. Debido a esto, considero que el protocolo para futbolistas es adecuado, pero cambiando el calentamiento lo podríamos aplicar a otros contextos.

La prueba se realizó con el equipamiento personal del sujeto (ropa y calzado) y no se tuvo en cuenta que los distintos materiales de su composición pueden provocar

variaciones en el rendimiento que afecten a los resultados y por ello a las conclusiones extraídas de la prueba

Considero adecuados los criterios de selección establecidos y que se haga saltos previos de familiarización con el test siempre y cuando no se llegue a producir una fatiga que haga disminuir el rendimiento en el test.

También es recomendable dar el protocolo explicado por escrito a los sujetos que lo van a realizar y obligatorio que firmen el consentimiento informado de la prueba, sin eso, no se puede llevar a cabo la prueba.

2. Baellow et al. 2020.

Se realizó un Estudio transversal llevado a cabo laboratorio de **15 mujeres sanas** (edad = 20.23 ± 1.39 años, altura = 169.32 ± 5.38 cm, masa = 67.73 ± 9.57 kg) y **15 mujeres con PFP** (edad = 22.33 ± 3.49 años, altura = 166.42 ± 6.01 cm, masa = 65.67 ± 13.75 kg).

Desarrollaron 3 ensayos de un Drop Jump.

La electromiografía de superficie, la cinemática y la cinética se recolectaron simultáneamente durante un DJ. La fuerza de la extremidad inferior se midió isométricamente. Se realizaron pruebas t de muestras independientes para evaluar las diferencias grupales.

Opinión personal sobre el protocolo:

Es adecuado que la muestra es homogénea en cuanto al criterio de sexo, pero no al de edad, altura o peso. La fuerza de tren inferior sería más completa si se realizaran más registros aparte de la medición isométrica como el tiempo de contacto y tiempo de vuelo.

3. Kuntze et al. 2020.

Este estudio examinó las diferencias en la biomecánica del salto vertical de caída (VDJ) para jóvenes con AIJ y jóvenes sanos (CON). Estudio de cohortes de pares emparejados. Los jóvenes con AIJ (n = 30) y sus pares de edad y sexo coincidentes con CON participaron en este estudio aprobado por ética. La biomecánica de las extremidades inferiores se obtuvo utilizando un sistema de análisis de movimiento (Motion Analysis, EE. UU.) Y dos pinzas (AMTI, EE. UU.). Los resultados biomecánicos incluyeron ángulos de articulación de cadera, rodilla y tobillo, fuerzas de reacción en el suelo (GRF) y duraciones de fase VDJ. Otros resultados incluyeron actividad de la enfermedad, discapacidad física y participación deportiva. Los datos de pares emparejados (JIA-CON) se analizaron utilizando un modelo de coeficiente aleatorio multivariado (v3.5.0, R Core Team, Austria; ángulos articulares, posibles factores de confusión) y pruebas t de muestras pareadas con corrección de Bonferroni (alfa 0.0125; GRF, fase VDJ duraciones).

Opinión personal sobre el protocolo:

La muestra es adecuada debido a su homogeneidad en edad y sexo. Los datos que se recogen son los propios de la prueba y los fundamentales como son la angulación de la rodilla (ángulo Q), fase de vuelo y fase de contacto.

Considerar el registro de otros resultados como la participación deportiva, discapacidad física y actividad de la enfermedad, puede ser útil en cuanto a que no se usa como criterio de selección y esto te permite que la muestra pueda ser mayor, sin embargo, posteriormente a los sujetos que cumplan negativamente alguno de estos parámetros vas a tener que descartarlos por lo que es doble trabajo al analizar a un sujeto del cual no te va a resultar de utilidad sus parámetros debido a que se van a ver modificados por esta situación.

4. Wong et al. 2020.

Doce atletas femeninos (edad: 21.33 ± 1.49 años, altura corporal: 1.64 ± 0.05 m, masa corporal: 59.88 ± 6.18 kg) sin antecedentes de lesiones cardiovasculares, respiratorias, neurológicas, de extremidades inferiores y lesiones de LCA voluntarias para este estudio. Se pidió a los participantes que enumeraran su deporte principal. Todos los participantes tenían al menos cinco años de experiencia en su deporte reportado. Se habían entrenado de cuatro a seis veces por semana y anteriormente se dedicaban a estos deportes a nivel universitario.

El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Nacional Normal de Taiwán y se proporcionó el consentimiento informado de los participantes antes de su participación (los participantes menores de 20 años requerían el consentimiento de los padres).

Cada participante comenzó con un calentamiento de cinco minutos (carrera de tres minutos con una velocidad de 3 m / sy estiramiento de dos minutos) y luego realizó tres saltos máximos verticales de doble pierna para determinar su altura máxima de salto vertical. Al participante se le permitió practicar y familiarizarse con el salto de caída hacia adelante a una habilidad de salto vertical antes de la recopilación de datos. Después de un período de descanso de cinco minutos, se le pidió al participante que realizara el salto de caída hacia adelante a un salto vertical para la recopilación de datos previa a la fatiga. Se colocó una caja de 30 cm a una distancia igual al 50% de la altura del participante desde el borde frontal de las placas de fuerza. El participante se paró en la parte superior de la caja de 30 cm de altura y realizó un salto hacia adelante en dos placas de fuerza con ambos pies al mismo tiempo y posteriormente realizó un salto vertical máximo (Figura 1) (Padua et al., 2009; Tran et al., 2016). Después de cinco

ensayos exitosos, los participantes realizaron series de un protocolo de fatiga diseñado para inducir fatiga hasta alcanzar una disminución del 10% en su altura máxima de salto vertical. El protocolo de fatiga consistió en 50 escalones en una caja de 30 cm, seguido de 15 saltos verticales de una pierna con esfuerzo máximo (Liederbach et al., 2014). Al final de cada serie, se evaluó la altura máxima de salto vertical del participante y se les pidió que calificaran su esfuerzo percibido utilizando la escala Borg CR-10 (Borg et al., 2010). Cuando los participantes lograron una disminución del 10% en la altura del salto vertical y el nivel 17 de la escala Borg CR-10, realizaron el salto de caída hacia adelante a un salto vertical nuevamente para la recopilación de datos después de la fatiga. Se informó el promedio de cinco ensayos exitosos. Una prueba con todo el pie en contacto con las placas de fuerza se consideró exitosa.

Opinión personal sobre el protocolo:

Es muy apropiado el uso de un calentamiento previo genérico que sirva para todas las situaciones contextuales en las que se quiera aplicar al igual que la realización de saltos de prueba para familiarización con el test.

En este test se les pide a los sujetos que firmen un consentimiento informado ellos en caso de ser mayores y sus padres en el caso de ser menores de 20 años. Que el sujeto dé su consentimiento para la realización de la prueba es imprescindible.

Aquí vemos que se trabaja también con fatiga, sin embargo, en nuestro estudio no nos interesa analizar los parámetros con fatiga ya que ha quedado muy contrastado en diversos artículos como este de Wong en 2020 o el de Fidai et al. en 2020, que los resultados de las pruebas realizados con fatiga arrojan valores más negativos lo que demuestra que con fatiga el riesgo de padecer lesión de LCA aumenta.

Se midieron 39 mujeres y 39 hombres para determinar la fuerza de los cuádriceps isométricos y los isquiotibiales, y se les instrumentó para obtener medidas sEMG, cinemáticas y cinéticas durante el aterrizaje inicial de un salto de caída. Las regresiones lineales múltiples primero examinaron la relación entre la fuerza del muslo y la activación, luego examinaron si estas variables neuromusculares eran predictivas de las excursiones de flexión de la cadera y la rodilla, los momentos extensores de la rodilla y las fuerzas de corte de la rodilla anterior durante la fase de desaceleración del salto de caída.

Las mujeres frente a los hombres produjeron una menor fuerza normalizada del muslo y demostraron mayores amplitudes de activación de cuádriceps e isquiotibiales durante el salto de caída. La fuerza muscular del muslo inferior fue un predictor débil (masculino) a moderado (femenino) de mayores amplitudes de activación del cuádriceps. Sin embargo, la fuerza y la activación del muslo fueron predictores deficientes de las excursiones articulares de cadera y rodilla y KEM. Independientemente del sexo y la fuerza del muslo, las fuerzas de cizalladura anterior fueron mayores en individuos que mostraron menos flexión de cadera y mayores flexiones de rodilla y mayor activación del cuádriceps pico y KEM interno durante el aterrizaje.

Opinión personal sobre el protocolo:

En este protocolo únicamente se estudia la capacidad de activación del cuádriceps para generar fuerza isométrica y de los isquiotibiales, por lo tanto, resulta insuficiente para el análisis del riesgo de sufrir una lesión de LCA.

6. Whyte et al. 2018.

La efectividad de los saltos de caída vertical (DJ) para detectar lesiones de LCA sin contacto no está clara. Esto puede ser contribuido por el análisis de puntos discretos,

que no evalúa los patrones de movimiento. Además, existe una investigación limitada sobre el segundo aterrizaje de DJ, las asimetrías potenciales de rendimiento de las extremidades inferiores y el efecto de la fatiga. El mapeo paramétrico estadístico investigó los principales efectos del aterrizaje, el dominio de las extremidades y un protocolo de ejercicio intermitente (HIIP) de alta intensidad en la biomecánica DJ. Veintidós atletas masculinos (21.9 ± 1.1 años, 180.5 ± 5.5 cm, 79.4 ± 7.8 kg) realizaron DJs antes y después de HIIP. Medidas repetidas ANOVA identificó diferencias de patrones durante las fases excéntricas del primer y segundo aterrizaje bilateral. El primer aterrizaje mostró mayor flexión de rodilla (interna) ($\eta^2 = 0.165$), momentos de rotador externo ($\eta^2 = 0.113$) y valgo ($\eta^2 = 0.126$) y mayor flexión de cadera ($\eta^2 = 0.062$) y rodilla ($\eta^2 = 0.080$). La extremidad dominante generó momentos mayores de flexión de rodilla ($\eta^2 = 0.062$), rotador externo ($\eta^2 = 0.110$) y valgo ($\eta^2 = 0.065$). El HIIP solo tuvo un efecto: aumento de la flexión torácica en relación con la pelvis ($\eta^2 = 0.088$). Finalmente, la extremidad dominante demostró mayores momentos extensores de rodilla durante el segundo aterrizaje ($\eta^2 = 0.100$). Los factores de riesgo de lesión de LCA estaban presentes en ambos aterrizajes de DJ con la extremidad dominante con un riesgo de lesión potencialmente mayor. Por lo tanto, las evaluaciones de DJ deben analizar ambos desembarques de forma bilateral.

Opinión personal del protocolo:

Comparación de parámetros antes y después de realizar una protocolo de HIIP. Se ve que los parámetros son mayores antes de realizar el HIIP que después. No es concluyente que hacer el protocolo de HIIP y después hacer la prueba reduzca el riesgo de sufrir lesión de LCA. Lo que extraemos de este protocolo es que para evaluar correctamente el riesgo de sufrir lesión de LCA con un Drop Jump, debemos hacer la salida, el aterrizaje y el salto con ambos pies, de forma bilateral.

7. Moya-Angeler et al. 2017.

Estudio para evaluar el estado funcional antes y en diferentes momentos después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (ACLR), y analizar los cambios en los patrones cinéticos del miembro inferior involucrado y no involucrado durante la marcha, el sprint y tres pruebas de salto.

Se incluyeron en el estudio 74 pacientes varones con una lesión de LCA. Todos los pacientes realizaron un protocolo cinético estandarizado que incluye pruebas de marcha, velocidad y tres saltos (salto de una sola pierna, salto vertical de caída y salto vertical), preoperatoriamente y a los 3, 6 y 12 meses después de ACLR con un autoinjerto de tendón de semitendinoso gracilis. Las mediciones se realizaron con dos placas de fuerza. El índice de simetría de la extremidad inferior (LSI) se calculó para determinar si una diferencia de pierna de lado a lado se clasificó como normal ($LSI > 90\%$) o anormal ($LSI < 90\%$). Al realizar la prueba, se observó un LSI más bajo ($< 90\%$) en las pruebas en las que ambas extremidades se probaron simultáneamente, como las pruebas de salto vertical de caída y salto vertical ($p < 0.05$).

Como conclusión, se observa una tendencia a aumentar la restauración de la simetría en la cinética de la extremidad involucrada y no comprometida hasta doce meses después de la ACLR, especialmente en aquellas pruebas, en las que ambas extremidades se probaron individualmente (análisis de la marcha, pruebas de velocidad y salto con una sola pierna). Por lo tanto, el aislamiento de la extremidad involucrada y no involucrada parece ser un componente crítico en la rehabilitación funcional y la evaluación de pacientes antes y después de la ACLR.

Opinión personal del protocolo:

En este protocolo se hace una valoración completa con numerosas pruebas de cómo responden esos 74 pacientes varones a la reconstrucción de LCA. Para mejorar este protocolo quizás se debería incluir en el estudio a mujeres, para así poder comprobar si son ellas o ellos quienes se recuperan de mejor forma o es indiferente del sexo. Lo que se puede extraer en este protocolo es que es posible que el hecho de padecer una disimetría puede influir en los resultados obtenidos en una prueba bilateral. El hecho de separar y diferenciar entre la pierna lesionada y la sana parece ser un componente crítico en la rehabilitación funcional y la evaluación de pacientes antes y después de la reconstrucción, pero para nuestro estudio carece de importancia.

8. Fidai et al. 2020.

85 atletas de 14 a 18 años (47 mujeres, 38 hombres) para este estudio de análisis de video. Se registró a los atletas realizando un DJ para evaluar el valgo dinámico. Luego, los participantes completaron un protocolo de ejercicio estandarizado. La fatiga se cuantificó utilizando un salto vertical máximo, que se comparó con los valores previos al ejercicio. El DJ se repitió después del ejercicio. 11 revisores cegados aleatorizaron y puntuaron todas las grabaciones de salto y salto para valgus dinámico. Se realizó un análisis univariado para identificar las características que predisponían a los atletas a aumentar el valgo dinámico.

Se concluye que el ejercicio aumenta el valgo dinámico de rodilla en atletas jóvenes. Las atletas y las personas mayores de 15 años fueron las más afectadas por el ejercicio. Se encontró que mayores niveles de fatiga se correlacionan con un aumento en el valgo dinámico de la rodilla, lo que puede colocar a los atletas en mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior.

La prueba de ejercicio de Drop Jump basada en el campo es una herramienta de detección reproducible y de bajo costo para identificar atletas en riesgo que posiblemente podrían beneficiarse de las estrategias de prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior.

Opinión personal del protocolo:

Como hemos visto en varios protocolos, con el aumento de la fatiga, el riesgo de padecer lesión de LCA se ve incrementado y aún más cuando es un sujeto de género femenino quien realiza la prueba.

A mayor fatiga, mayor valgo dinámico de rodilla que puede desembocar en un mayor riesgo de padecer lesión de LCA.

La prueba de salto con Drop Jump es una herramienta de detección reproducible y de bajo coste para identificar el riesgo de sufrir lesión de LCA y poder establecer estrategias de prevención de dicha lesión.

9. Liederbach et al. 2014.

Muestra muy homogénea en cuanto al sexo, 40 bailarines de élite modernos y de ballet (20 hombres y 20 mujeres) y 40 atletas de deportes de equipo (20 hombres y 20 mujeres), realizaron aterrizajes con una sola pierna desde una Plataforma de 30 cm antes y después de un protocolo de fatiga que consiste en escalones y saltos verticales. La cinemática y cinética de las articulaciones no fatigadas y fatigadas se compararon entre grupos y sexos con análisis de varianza multivariados, seguidos de pruebas t por pares, según corresponda.

La fatiga está fuertemente relacionada con un mayor riesgo de lesiones, incluidas las rupturas del ligamento cruzado anterior (LCA). La primera parte del estudio identificó diferencias en la biomecánica del aterrizaje de un salto entre bailarines y atletas de

equipo, particularmente atletas femeninas, lo que puede explicar las diferencias epidemiológicas en lesiones de LCA entre bailarines y atletas de equipo y la falta de una disparidad sexual dentro de los bailarines. Sin embargo, no se sabe si estas variables biomecánicas cambian de manera diferente entre los atletas del equipo y los bailarines ante la fatiga.

El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fatiga de los bailarines y los atletas de equipo y su efecto sobre la biomecánica de los aterrizajes de caída con una sola pierna. La hipótesis principal era que los bailarines pueden ser más resistentes que los atletas del equipo al inicio de la fatiga y / o pueden tener diferentes respuestas biomecánicas que los atletas en las tareas de aterrizaje una vez que se ha logrado la fatiga.

Se concluye que los bailarines tardaron mucho más en llegar a la fatiga que los atletas del equipo. Las atletas femeninas exhibieron consistentemente patrones de aterrizaje asociados con un riesgo de lesiones de LCA en comparación con los otros 3 grupos. La fatiga cambió la mecánica de aterrizaje de manera similar tanto en bailarines como en atletas, de modo que todos los grupos aterrizaron con peor alineación después de estar fatigados. Esto conlleva que los bailarines son más resistentes a la fatiga de las extremidades inferiores que los atletas, y esto puede explicar en parte la menor incidencia de lesiones de LCA en bailarines masculinos y femeninos en comparación con los atletas del equipo. El extenso entrenamiento en la técnica de aterrizaje y la práctica diaria que los bailarines experimentan desde una edad temprana pueden ser responsables de los niveles más altos de resistencia.

Opinión personal del protocolo:

De este protocolo podemos extraer que la fatiga provoca un mayor riesgo de sufrir lesión de LCA debido a que con fatiga cambia la mecánica de aterrizaje ya que la alineación es peor.

Este protocolo está diseñado en base al Drop Jump unilateral, lo que puede ser interesante si no nos interesa la bilateralidad del sujeto y queremos analizar la recuperación de una pierna en función de los parámetros que nos da la otra o posibles descompensaciones ya sea en la alineación de ambas piernas o en la capacidad de generar fuerza o su capacidad reactiva.

10. Boden et al. 2000.

Este estudio examinó los mecanismos de la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA). En la primera parte del estudio, utilizando un cuestionario integral y estandarizado, se entrevistó a 89 atletas (100 rodillas) sobre los eventos relacionados con su lesión de LCA. Se notificó un mecanismo sin contacto en 71 (72%) rodillas y una lesión de contacto en 28 (28%) rodillas; un paciente no estaba seguro si hubo algún contacto. La mayoría de las lesiones se mantuvieron en el golpe de pie con la rodilla cerca de la extensión completa. Los mecanismos sin contacto se clasificaron como desaceleración repentina antes de un cambio de dirección o movimiento de aterrizaje, mientras que las lesiones por contacto se produjeron como resultado del colapso de la rodilla en valgo. Los parámetros de flexibilidad de los isquiotibiales revelaron un nivel estadísticamente más alto de laxitud en los atletas lesionados en comparación con un grupo de 28 controles.

En la segunda parte del estudio, se revisaron cintas de video de 27 interrupciones de LCA separadas y se confirmó que la mayoría de las lesiones sin contacto ocurren con la rodilla cerca de la extensión durante una fuerte desaceleración o maniobra de aterrizaje.

Debido a que la rodilla está en una posición para permitir que el mecanismo extensor estire el LCA y se apliquen condiciones máximas de fuerza muscular excéntrica, los cuádriceps pueden jugar un papel importante en la interrupción del LCA. La protección pasiva del LCA por los músculos isquiotibiales puede verse reducida en pacientes con una flexibilidad superior a la media.

Opinión personal sobre el protocolo:

Realización de una entrevista a cada atleta hablando sobre su lesión de LCA, puede ser interesante pero se puede suplir con alguna pregunta durante el proceso de pesaje del sujeto, así que no parece un aspecto muy relevante.

El mecanismo de producción de la lesión no es un aspecto relevante en nuestro estudio.

Lo que si nos resulta interesante es el hecho de la prevención de la lesión de cara a un futuro y es que como apuntan Boden et al en el 2000, la protección pasiva del LCA por los isquiotibiales puede verse reducida si se tiene una flexibilidad alta.

3.3. Conclusión del análisis bibliográfico.

Para permitirme hacer mejor mi protocolo he realizado una búsqueda y su posterior análisis de 10 artículos, lo que me han ayudado a ver los fallos que podían tener, puntos fuertes y aspectos a mejorar.

De todos ellos he extraído unas conclusiones individualmente, ahora apporto las conclusiones globales de los protocolos.

Lo primero que se debe hacer en un protocolo es definir el objetivo para el que quieres usarlo y el procedimiento por el cual vas a lograr ese objetivo y extraer los resultados requeridos. En este procedimiento va incluida la prueba a realizar.

Una vez tienes lo nombrado anteriormente, debes pasar a definir la muestra que debe ser lo más amplia posible para así poder ampliar el grado de confianza de tus resultados, siempre y cuando cumplan los requisitos acotados en los criterios de inclusión y exclusión. Respecto a dicha muestra, hemos podido comprobar en numerosos estudios (Baellow et al. 2020; Liederbach et al. 2014) que debe ser lo más homogénea posible dentro de la capacidad de la que se disponga.

Un aspecto obligatorio es que los sujetos lean y firmen el consentimiento informado de la prueba, de esta forma, saben qué se les va a hacer y dejan firmado que autorizan el tratamiento de sus datos con fines académicos o para la investigación pertinente y la realización de la prueba.

Respecto a los resultados que extraía cada artículo, creo que no son lo suficientemente claros ni visuales para que el paciente los pueda observar y entender de forma sencilla, a parte de eso, en varios de los artículos, se analizan aspectos que no suponen un factor de riesgo de sufrir una lesión de LCA y otros de los que si lo suponen, los dejan sin analizar.

En varios de los artículos (Schulz, et al. 2009 y Baellow, et al. 2020) se utiliza la EMG como medio de extraer un dato extra para comparar los datos examinando la relación entre la fuerza del muslo y la activación y si estas variables neuromusculares eran predictivas de las excursiones de flexión de la cadera y la rodilla, los momentos extensores de la rodilla y las fuerzas de corte de la rodilla anterior durante la fase de desaceleración del salto de caída. Sin embargo, en mi protocolo no veo necesario esta medición ya que la capacidad de generar fuerza ya se mide con otro aspecto (tiempo de fase de vuelo y tiempo de fase de contacto) y se recogen los datos más sencillamente sin necesidad de instrumentar en exceso la prueba ya que se pretende realizar un protocolo

lo más completo posible que proporcione un alto grado de confiabilidad a la hora de diagnosticar riesgo de padecer la lesión de LCA y que el sujeto que haga la prueba se encuentre cómodo y haga la prueba en buenas condiciones.

Para concluir, he de destacar que en su mayoría, los protocolos analizados se centran en la detección de la lesión, pero pueden acudir a nosotros, con la lesión ya producida y necesitan un protocolo que evalúe su recuperación.

Por ello veo necesario la confección de un nuevo protocolo de detección del riesgo de sufrir una lesión de LCA y que a su vez se pueda usar para evaluar el proceso de recuperación de la lesión.

4. PROPUESTA DE PROTOCOLO DE PRUEBA DE SALTO CON DROP JUMP

4.1. Análisis previos al protocolo.

● **Muestra:**

El mayor número de sujetos sin lesión de entre 16 y 30 años, con interés por la prueba y en condiciones físicas adecuadas para la realización de la misma.

El mayor número de sujetos con lesión pero ya recuperados y con el alta médica hace 6 meses o más, de entre 16 y 30 años, con interés por la prueba y en condiciones físicas adecuadas para la realización de la misma.

La muestra debe ser homogénea entre ambos grupos de sujetos observados de modo que si en el grupo de “sin lesión” hay 10 mujeres y 5 hombres, en el grupo de “con lesión” también habrá el mismo número; si en el grupo de “sin lesión” hay 3 personas con sobrepeso y 12 con normopeso, en el grupo de “con lesión” también habrá el mismo número; si en el grupo de “sin lesión” hay 10 físicamente activos y 5 sedentarios, en el grupo de “con lesión” también habrá el mismo número; etc.

Los sujetos serán alumnos o ex-alumnos de la universidad de Zaragoza y/o deportistas de clubes de la zona (Huesca y/o Zaragoza).

Las pruebas se realizarán en la sede Podoactiva de Walqa (Huesca) por lo que los sujetos deberá disponer de medio de transporte para desplazarse hasta dicho lugar.

● **Criterios de selección**

- Criterios de inclusión:

- Edad (años) [16-30]

- Presencia de patologías motrices/cognitivas que no permitan la correcta realización de la prueba [NO]
- Muestra interés en realizar la prueba [SI]
- Firmar el consentimiento informado del estudio [SI]
 - Criterios de exclusión:
- Edad (años) [<16 ; >30]
- Presencia de patologías motrices/cognitivas que no permitan la correcta realización de la prueba [SI]
- Muestra interés en realizar la prueba [NO]
- Firmar el consentimiento informado del estudio [NO]

*Homogeneidad de la muestra:

Ambos grupos deben ser homogéneos entre sí, esto no quiere decir que ambos grupos deban contener todos los sujetos iguales, sino que a lo que se refiere es que ambas muestras tanto de sujetos sin lesión como de sujetos que hayan pasado la lesión, deben contener el mismo número de sujetos de igual sexo, edad parecida, complexión similar y condición física análoga.

● Consentimiento informado:

Para poder realizar una prueba como esta es necesario leer, comprender y firmar un papel en el que des tu consentimiento para realizarte la prueba y para el trato de tus datos con fines académicos.

Como en la muestra hay sujetos que son tanto mayores como menores de edad, es necesario realizar dos modelos de consentimiento informado diferente, uno para mayores que lo deberán cumplimentar ellos mismos y otro para menores que deberá rellenarlo un adulto a su cargo padre/madre/tutor. (ANEXO)

4.2. Propuesta de protocolo.

PROTOCOLO TEST DE POTENCIA TREN INFERIOR - SALTO VERTICAL TRAS CAÍDA DE ESCALÓN (DROP JUMP)

Este es un estudio transversal que consiste en realizar una prueba de Drop Jump con el objetivo de obtener resultados sobre la capacidad de producción de fuerza del tren inferior y el Ángulo “Q” de su rodilla en sujetos con LCA. Posteriormente esos resultados se compararán con los extraídos de una muestra base homogénea, respecto a la muestra de sujetos con lesión de LCA, que la compondrán sujetos “sanos”, es decir, sujetos que no tengan esa patología.

Posteriormente, también existe la posibilidad de hacer con el mismo test, una evaluación del proceso de recuperación de la lesión usando como base la primera medición tomada al sujeto en el momento de comenzar la recuperación de la lesión y comparándola con las posteriores mediciones que se realicen, viendo de esta forma el progreso de la recuperación.

4.2.1. Descripción del protocolo de realización.

Desplazarse hasta el lugar de ejecución que en este caso es el centro Podoactiva, Walqa, Huesca.

Rellenar una ficha con su nombre y apellidos, fecha de nacimiento, DNI, fecha aproximada de la lesión y **leer y firmar el consentimiento informado de la prueba.**

Vestirse adecuadamente para la prueba por lo que se les pide que se pongan ropa de deporte con el fin de realizar el test de la mejor forma posible, **la indumentaria** será

una camiseta de deporte y un pantalón corto y sin zapatillas (debido a que se debería realizar la medición con el mismo calzado para que el foam de la suela como podría ser el boost de Adidas o el zoom de Nike no influya en el rendimiento del salto, así que se decide que descalzos, para que nadie tenga ventaja o desventaja sobre el resto de participantes).

Realizar **medición y pesaje del participante** que se anotará en su ficha personal.

Explicar el procedimiento de la prueba y cómo hacer una buena ejecución. (vease ap. 4.2.2. Descripción del test)

Realizar el **calentamiento** adecuado:

El calentamiento consistirá en que cada participante comenzará con un calentamiento de cinco minutos dividido en dos partes, primero una carrera de tres minutos con una velocidad aproximada de 3 m/s y posteriormente un estiramiento de dos minutos. Luego realizar tres saltos máximos verticales de doble pierna para determinar su altura máxima de salto vertical. Al participante se le permite practicar y familiarizarse con el salto de caída hacia adelante a una habilidad de salto vertical antes de la recopilación de datos.

Después de un período de descanso de cinco minutos, se le pidió al participante que realizara el salto de caída hacia adelante a un salto vertical (Drop Jump) para la recopilación de datos (Wong, T. L., et al., 2020)

Llevar a cabo el test realizando **todos los intentos necesarios** si no sale bien a la primera y **quedándonos con el mejor resultado** obtenido que será en el cual el tiempo de vuelo haya sido mayor, el de contacto menor y la angulación de la rodilla inferior.

Análisis estadístico de los resultados obtenidos entre los sujetos sano y los sujetos con patología previa.

4.2.2. Descripción del test.

El test que realizaremos será un test de salto en el que se extraerán resultados tales como la fuerza explosiva medida en las fuerzas de reacción en el suelo, la angulación de la rodilla, la duración de la fase de vuelo, el tiempo de contacto con el suelo. (Kuntze, G., et al., 2020)

En el Test Drop Jump el individuo debe efectuar una acción de salto vertical, luego de una caída desde un escalón de una altura determinada. El protocolo creado por el Prof. Carmelo Bosco y que se describe claramente en su libro “La valoración de la fuerza con el test de Bosco” (Editorial Paidotribo, 2000) propone alturas que van desde los 20 cm hasta los 100 cm, con incrementos de 20 cm. (Bosco 1991).

Según el autor (Bosco 1991) la cualidad investigada en este protocolo es el stiffnes muscular, que representa la capacidad neuromuscular de desarrollar elevados valores de tensión durante el ciclo estiramiento-acortamiento, comportamiento viscoelástico de los músculos extensores, reflejo miostático o de estiramiento, comportamiento de los propioceptores inhibidores.

Respecto a la modalidad de acción muscular, se da la activación concéntrica precedida de una fase muy breve de activación excéntrica y una acumulación relativa de energía elástica; activación de posteriores unidades motoras por vía refleja (reflejo-elástico-explosiva).

En el caso de esta prueba, no vamos a imitar el procedimiento del test de Bosco sino que realizaremos un test de Drop Jump como tal en el que el sujeto debe situarse sobre un escalón a una altura determinada (60cm, altura idónea para la mayor producción de fuerza según Amú Ruiz, 2010), dejarse caer sobre la pista en la que se ha instalado el optogait, una vez que ha tomado contacto con la pista, generar un esfuerzo repentino y máximo que lo propulse verticalmente hacia arriba.

Durante la caída previa es importante destacar que la acción de la caída desde la superficie en la que se encuentra el sujeto a ser evaluado, debe realizarse avanzando un pie y dejándose caer por efecto gravitatorio.



Descripción de mecánica de caída durante la ejecución de un DJ (Drop Jump)

En ningún momento flexionar las rodillas, efecto que lograría disminuir la altura de caída o generar un salto desde el escalón, lo que daría por efecto un aumento de la altura de caída.



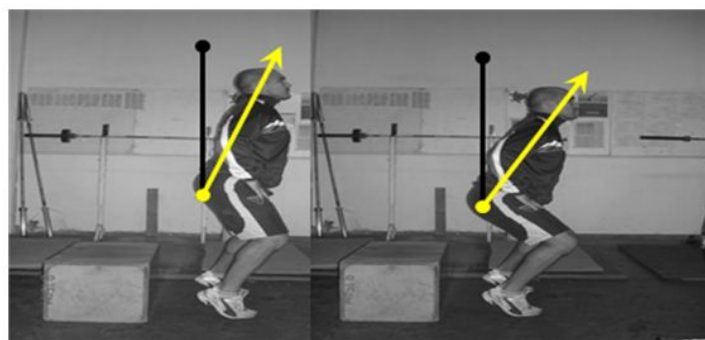
Descripción de mecánica de caída durante la ejecución de un Drop Jump.

En cuanto a la acción de los brazos es importante notar que la mayoría de los tests descritos por dicho autor refieren a una posición de los mismos a nivel de la cintura,

para no aportar o beneficiar a la capacidad de los miembros inferiores. Sin embargo, en este protocolo puede ejecutarse con acción o impulso de los brazos en el sentido del salto, es decir verticalmente, siempre y cuando se considere que el valor de esta modalidad de ejecución pueda ser comparada solo con esta misma modalidad y no con aquella en la que no se realiza con participación de los miembros superiores durante el impulso.

Durante toda la fase de vuelo al atleta debe mantener sus miembros inferiores y tronco en completa extensión, hasta la recepción con la plataforma. Puede realizarse con impulso de brazos o de modo que las manos estén sobre la cintura durante el salto.

Otra observación que debiéramos al respecto de los saltos DJ es sobre la posición de los miembros inferiores durante la caída. La modalidad tradicional propuesta por Bosco destaca la caída en flexión plantar y extensión de rodillas y caderas, para una vez entrar en contacto con el suelo si generar la flexión de rodillas y caderas que atenuaran la caída y permitirán el impulso posterior. No obstante, Pitterra y Bosco años más tarde propusieron una variante alternativa que consideraba que la caída sea en flexión de rodillas próxima a 90°.



Posición del tronco durante la ejecución de un Drop Jump.

4.3. Materiales.

El material necesario para esta prueba es un escalón de unos 60 cm (ya que es la altura óptima en la que se obtienen los mejores resultados en el salto de Drop Jump según el estudio *“Predicting optimum drop height in Drop Jumps through anthropometry and motor tests”* de Amú Ruiz en 2010, el instrumento de medición junto a su software de análisis de datos que en este caso será el Optogait con el que analizaremos el tiempo de la fase de vuelo y el tiempo de la fase de contacto con el suelo. Por otro lado, el ángulo “Q” de la rodilla no se puede medir con el optogait por lo que necesitaremos de un programa de observación y análisis de videos cómo sería Kinovea. Por último será necesario una hoja de excel para exponer los resultados y un aparato de medición y pesaje para personas correctamente ajustado y homologado.

El Optogait es un sistema de obtención óptica de datos, compuesto de una barra óptica transmisora y una receptora. Cada una de las cuales contiene unos 100 leds Infrarrojos (1,041 cm resolución). Estos leds están ubicados sobre la barra transmisora y se comunican continuamente con los leds ubicados en la barra receptora. El sistema detecta eventuales interrupciones y su duración. Esto permite la medición de los tiempos de vuelo y de contacto durante la ejecución de una serie de saltos, con una precisión de 1/1000 de segundo. Partiendo de esta base de datos fundamentales, el software particularmente diseñado, permite la obtención, con la máxima precisión y en tiempo real, de una serie de parámetros ligados al rendimiento del atleta.

La ausencia de partes mecánicas en movimiento garantiza su precisión y fiabilidad.

El optogait proporciona una serie de datos, la medición (en milisegundos), la estimación del tiempo de vuelo y altura de elevación del centro de gravedad (en cm) del sujeto

respectivamente, el tiempo que representa el contacto (en milisegundos) del sujeto con el suelo, luego de la caída previa y antes del impulso que lo proyecta verticalmente.

OptoGait va más allá de la obtención de datos numéricos: gracias a pequeñas telecámaras, cuya ubicación puede ser elegida libremente por el usuario, permite registrar las imágenes de las evaluaciones realizadas, sincronizándolas perfectamente con los datos obtenidos. De esta forma es posible aprovechar las ventajas de una verificación cruzada entre datos e imágenes, y así mismo, es posible realizar un análisis profundo de los videos, gracias a las funciones especiales del software.

Los videos y todos los demás datos son almacenados en la base de datos lo cual permite su consulta en cualquier momento. Además los datos numéricos independientemente, pueden ser comparados con pruebas realizadas por el mismo o por diferentes atletas y en momentos diferentes. (Microgate, 1989)

Los datos adquiridos por OptoGait, dentro de la misma plataforma software, junto al análisis de la vista lateral y frontal de los vídeos permiten: comprobar la evolución a lo largo del tiempo de los parámetros del "gait analysis" para evaluar la eficacia de los tratamientos de rehabilitación, la prevención de accidentes poniendo de relieve la tendencia hacia una posición cada vez más asimétrica antes de que aparezca el dolor, identificar las causas reales e indirectas de algunos problemas crónicos mediante valores diferenciales de los parámetros de la caminata y almacenar todos los aspectos del análisis dinámico del paciente (datos y vídeos) para comprobar su eficiencia.



OptoGait es una herramienta que tiene celdas fotoeléctricas de alta densidad a nivel del piso que se pueden usar para determinar patrones de marcha espacial-temporal en base a 19 variables: longitud de paso, longitud de zancada, distancia, tiempo total de contacto, tiempo de paso, velocidad de marcha, aceleración, tiempo de paso progresivo, cadencia, ciclo de marcha, fase de postura, fase de balanceo, fase de contacto con el talón, fase de pie plano, fase de despegue, soporte de una sola extremidad, soporte de doble extremidad, fase de respuesta de carga y fase de prebalanceo.

De todas estas variables de la marcha espacio-temporal se pueden extraer resultados con un alto nivel de confianza, sin embargo, de dos de estas variables como son la aceleración y el tiempo de paso progresivo, no se puede afirmar que los resultados obtenidos tengan validez. (Gómez, A., et al. 2016)

Respecto a Kinovea, podemos decir que es un programa que se organiza en torno a cuatro misiones principales relacionadas con el estudio del movimiento humano: captura, observación, anotación y medición.

La observación de videos que ofrece Kinovea puede realizarse a cámara lenta, lo que permite ver con más detalle las acciones motrices existentes, también permite editar las imágenes rotándolas, dándoles zoom e invirtiéndolas, entre otras. Kinovea permite comparar videos entre sí y sincronizarlos cuando las velocidades son heterogéneas aparte de superponerlos uno encima del otro para poder compararlos más detalladamente.

Mide los ángulos, las distancias, los tiempos, permite tener puntos rastreados y/o calculados que permite analizar las acciones motrices con una precisión excelente.

También nos permite hacer anotaciones, dibujar tanto líneas como formas geométricas como dibujo libre, denominar dichos trazos, ponerlos de color, etc.

Kinovea permite parar las imágenes y capturarlas si se quiere analizar un momento concreto.

Por último, se pueden exportar las imágenes y guardarlas.

4.4. Resultados obtenidos.

Con este protocolo se obtendrán los datos numéricos necesarios para la investigación tales como el tiempo de vuelo, el tiempo de contacto y el ángulo “Q” de ambas rodillas.

Estos resultados se recogen de ambos grupos de sujetos, los sujetos sin lesión para confeccionar los valores medios que se usarán como marco comparativo y los sujetos de los que se quiera conocer su riesgo de padecer lesión de LCA para hacer el análisis comparativo.

A demás, estos datos permitirán hacer un seguimiento del proceso de recuperación de los pacientes con lesión para de esta forma, poder evaluar su progreso (priorizando los resultados obtenidos en la rodilla lesionada y usando los de la rodilla sana como valor comparativo si así se pudiera considerar ya que no siempre los parámetros son iguales entre ambas rodillas), así como las imágenes y vídeos de la prueba que serán guardados en la ficha del paciente y en una carpeta personal del investigador en la cual se archivarán por si se necesitan volver a usar de cara a un futuro. Respecto a esto, se refiere a que si realiza la prueba un sujeto sin lesión aparente para evaluar su riesgo de sufrir lesión de LCA, se guardarán esos resultados por si en un futuro ese mismo sujeto sufre la lesión y quiere hacer la evaluación del proceso de recuperación, en este caso, tendríamos un resultado más que poder usar para visualizar el progreso.

Los resultados numéricos obtenidos, se presentarán en una tabla de excel en la que se podrá ver en una columna los parámetros del sujeto y en la otra los valores medios de

los sujetos de la muestra sin lesión. Conforme se vayan realizando mediciones nuevas, se irán presentando en las siguientes columnas de dicho excel.

Respecto a la unidad de medida en la que se darán los datos, el Ángulo “Q” se dará en grados y el tiempo de la fase de vuelo y la fase de contacto se obtendrá en milisegundos (ms).

- Cuando se vaya a utilizar este protocolo para la evaluación del progreso de recuperación del paciente, se dispondrán los datos resultantes de las mediciones de las distintas ocasiones en las que se haga la prueba en las columnas del excel y a demás de eso, se dispondrán en gráficas para que se vea la curva de progresión de los parámetros medidos sobre su lesión, de esta forma se podrá hacer un seguimiento más visual del proceso de recuperación.
- Para la detección de riesgo de lesión, se realizará de forma que al tener dos muestras de resultados de sujetos, uno con lesión y otro sin lesión, se puedan establecer unos intervalos entre los que se comprendan los parámetros considerados “normales” de un sujeto sano, sin la patología, y se puedan usar para comprobar si los resultados obtenidos por el sujeto que quiere comprobar si tiene riesgo, están dentro o fuera de ese intervalo. Si se encuentra dentro, podríamos concluir con una alta confianza que ese sujeto no tiene riesgo alto de sufrir lesión de LCA, sin embargo, si los resultados están fuera del intervalo, podríamos considerar que si estamos ante un caso de sujeto que posee un riesgo alto de sufrir dicha lesión.
- Los resultados se dispondrán en una tabla como la siguiente:

Nombre del sujeto (aaaa aaaa)	Tiempo fase de vuelo	Tiempo fase contacto	Ángulo Q	Observaciones	Imágenes
Intervalo normalidad	(a < x < a)	(b < x < b)	(c < x < c)	-	-
1ª medición					
2ª medición					
3ª medición					
4ª medición					

4.5. Instrucciones para el ejecutante.

“Situarse de pie, con los pies paralelos y los dedos de los pies encima y justo en el borde del escalón. Dar un paso adelanten y dejarse caer sin ningún impulso que genere mayor altura de caída. Flexionar las rodillas al caer para amortiguar la caída y utilizar esa fuerza para impulsarse. Mediante ese fuerte impulso, saltar hacia arriba lo más alto posible, ayudándose con ambos brazos. Se debe caer al suelo con pies juntos y sin perder el equilibrio”.

4.6. Directrices para el controlador.

Colocar el cajón en el punto exacto, recto, de la medida estipulada y controlar que la técnica de ejecución se la adecuada; de pie, al lado del ejecutante, se registra el tiempo de vuelo y el tiempo de contacto; Si el ejecutante no cae en la plataforma, flexiona rodillas al salir del cajón, toma impulso para la caída, no realiza el test continuo sino que hace parada al caer o toca el suelo con cualquier parte del cuerpo que no sean los pies, puede realizar otro intento; las diferencias de resultados pueden ser significativas, por ello hay que ser precisos en la medición.

5. RESULTADOS

El protocolo se comenzó a desarrollar en la sede Podoactiva, Walqa, Huesca pero debido al estado de alarma consecuencia de la pandemia por COVID-19, se ha convertido en un imposible llevarlo a cabo. Por ello no se aportan resultados, los cuales quedan pendientes de realizar en un futuro TFM o similares, para poder de esta forma confirmar la validez de este protocolo o por el contrario desestimarlos.

6. DISCUSIÓN

Mi diseño de protocolo corrige los errores o aspectos incompletos de los protocolos ya existentes.

Como se puede ver en el apartado del trabajo dedicado a ello, los protocolos analizados en su mayoría están bien pero hay aspectos que dejan sin especificar o que con el paso del tiempo se ha demostrado que estaban errados.

En un protocolo se deben dejar lo más claro posible todos los apartados que se incluyen y que las tareas a realizar estén perfectamente explicadas, ya que las personas que pueden necesitar usar este protocolo pueden no tener tanta formación como para entenderlo si no se explica de forma clara y concisa y/o los sujetos que van a prestarse para realizar la prueba, deben leer el protocolo de forma comprensiva y que este les genere el menor número de dudas posible, de esta forma se ahorrará mucho tiempo que necesitaríamos emplear en volverles a explicar lo que deben hacer porque en el protocolo no esta explicado de una forma comprensible para todos los públicos.

Otro aspecto que se debería tener en cuenta es que un protocolo tiene que estar completo y no dejar flecos sueltos sujetos a la interpretación personal ya que en muchos casos esta suele ser errónea. Con esto me refiero a detallar el hecho de que se debe firmar un consentimiento informado de la prueba, se debe explicar detalladamente el protocolo a realizar y con qué fin se van a utilizar sus datos extraídos de dicha prueba.

También es fundamental que el sujeto acuda a realizar la práctica de forma voluntaria sin coacción alguna por parte del investigador ni cualquier otra persona y que se puede marchar en cualquier momento aunque no haya terminado la prueba si así lo considera

necesario. Todo esto se debe detallar en el consentimiento informado que debe leer y firmar el sujeto.

Para diseñar bien un protocolo hay que analizar la bibliografía existente. En mi caso, el Drop Jump, ampliamente contrastado y aceptado, para medir y extraer el dato que se quiera, el ángulo Q, tiempo de la fase de contacto y tiempo de la fase de vuelo.

En mi protocolo a parte de informarse todos los aspectos procedimentales, los resultados obtenidos son más completos que los encontrados en la literatura ya que se recogen más datos para comparar debido a que creamos una muestra base que nos permitirá comparar los datos de los sujetos de los que se quiera saber el riesgo de sufrir la lesión con los de ese grupo base sin lesión de los que se extraen unos intervalos de parámetros entre los que deberían de estar para ser considerados sujetos sin riesgo aparente.

7. CONCLUSIONES

1. El protocolo propuesto va a permitir ver de una forma mucho más fácil, sencilla y rápida la comparativa de los resultados obtenidos para conocer el riesgo de sufrir una lesión de LCA y el progreso del proceso de recuperación de dicha lesión.
2. Mi protocolo ofrece la posibilidad de recoger los datos con mayor rapidez ya que en poco tiempo podemos hacer la prueba y obtener los resultados.
3. Este protocolo requiere poco equipamiento, solo es necesario el uso de Optogait, Kinovea y del cajón para la caída.
4. Para realizar un protocolo de evaluación de una lesión o el riesgo de producirse, se deben conocer los puntos que se consideran de riesgo, lo que se consideraría factor de riesgo de sufrir una lesión con unos parámetros con los que comparar los obtenidos, para saber si cumple más o menos factores de riesgo de sufrir esa lesión. En el caso del LCA, Hewett, et al. en su revisión de 2016, sería un ejemplo de lo que se podría hacer para evaluar el riesgo.
5. Mi protocolo permite obtener los resultados del tiempo de vuelo, el tiempo de contacto y el ángulo Q de la rodilla, aspectos que se han demostrado que son factores determinantes a la hora de conocer el riesgo de sufrir una lesión de LCA.
6. Mi protocolo permite obtener los resultados del tiempo de vuelo, el tiempo de contacto y el ángulo Q de la rodilla, aspectos que se han demostrado que son factores determinantes en la evaluación del proceso de recuperación de una lesión de LCA.

7. En mi protocolo, quedan todas las instrucciones mucho más claras ya que se presentan en un vocabulario fácil de entender y sin exceso de tecnicismos.
8. Comparando los resultados del proceso de recuperación en tablas y/o gráficas, el sujeto puede ver de forma más visual y comprensible su progreso.
9. La disposición de los datos en tablas permite a los profesionales que utilicen este protocolo realizar un seguimiento más fácilmente.
10. El protocolo diseñado permite tanto realizar la detección del riesgo de sufrir una lesión de LCA como evaluar el progreso del proceso de recuperación de la misma.

7. CONCLUSIONS

1. The proposed protocol will allow us to see in a much easier, simpler and faster way the comparison of the results required to know the risk of suffering an ACL injury and the progress of the recovery process from this injury.
2. My protocol offers the possibility of collecting the data more quickly since in a short time we can do the test and obtain the results.
3. This protocol requires little equipment, it is only necessary to use Optogait, Kinovea and the drawer for the fall.
4. To carry out a protocol for evaluating an injury or the risk of it occurring, they must know the points that are considered risk, which would be considered a risk factor for suffering an injury with the parameters with the comparison of the results, to know if you meet more or less risk factors for suffering that injury. In the case of LCA, Hewett, et al. In your 2016 review, it would be an example of what you could do to assess risk.
5. My protocol allows me to obtain the results of the flight time, the contact time and the Q angle of the knee, aspects that have been determined to be determining factors when it comes to knowing the risk of suffering an ACL injury.
6. My protocol allows obtaining the results of the flight time, the contact time and the knee Q angle, aspects that have been determined to be determining factors in the evaluation of the recovery process from an ACL injury.
7. In my protocol, all the instructions are much clearer, presented in a vocabulary that is easy to understand and without excess of technicalities.
8. By comparing the results of the recovery process in tables and / or graphs, the subject can see their progress in a more visual and understandable way.

9. The arrangement of the data in tables allows professionals who use this protocol to follow it more easily.
10. The designed protocol allows both detecting the risk of suffering an ACL injury and evaluating the progress of the recovery process.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, R.J., Rivera-Vega, A., Miranda, G., Micheo, W. (2014). Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Current sports medicine reports*, 13(3), 186-191.
2. Amú Ruiz, F. (2010). Predicción de la altura óptima de caída en Drop Jumps usando antropometría y pruebas motoras. *Revista Educación física y deporte*, 29-1, 85-92.
3. Arundale, A.J.H., Kvist, J., Hägglund, M. *et al.* (2020). Jump performance in male and female football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 28, 606–613.
4. Baellow, A., Glaviano, N., Hertel, J., Saliba, S. (2020). Lower Extremity Biomechanics During a Drop Vertical Jump and Muscle Strength in Women With Patellofemoral Pain. *J Athl Train*.
5. Bermeo Chimbo, V.S., Monje Ñauta, L.A. (2017). *Tesis*. p. 13.
6. Boden, B., Dean, S., Feagin, J., E Garrett, W. (2000). Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Orthopedics*. 23(6):573-578.
7. Bosco, C. (1991). Nuove Metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *Rivista di Cultura Sportiva*, nº 22 p 13-22.
8. Bosco, C. (2000). La fuerza Muscular Aspectos metodológicos. Edit INDE.
9. Briem, K., Jonsdottir, K.V., Arnason, A., Sveinsson, P. (2017). Effects of sex and fatigue on biomechanical measures during the drop-jump task in children. *Orthop J Sports Med*. 5(1):2325967116679640.
10. Dugan, S.A. (2005). Sports-related knee injuries in female athletes: what gives?. *Am J phys Med Rehabil*, 84(2): 120-30
11. Fidai, M.S., Okoroha, K.R., Meldau, J., Meta, F., Lizzio, V.A., Borowsky, P., Redler, L.H., Moutzouros, V., Makhni, E.C. (2020). Fatigue Increases Dynamic

- Knee Valgus in Youth Athletes: Results From a Field-Based Drop-Jump Test. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 36(1), 214–222.
12. Forriol, F., Maestro, A., Vaquero, J. (2008). El Ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Trauma Fund MAPFRE*, Vol 19 Supl 1: 7-18.
 13. Griffin, L.Y., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Bahr, R., Beynnon, B.D., DeMaio, M., Hannafin, J. A. (2006). Understanding and Preventing Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries A Review of the Hunt Valley II Meeting, January 2005. *The American journal of sports medicine*, 34(9), 1512-1532.
 14. Henry, J.C., Kaeding, C. (2001). Neuromuscular differences between male and female athletes. *Curr women Health*, 1(3): 241-4
 15. Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R., Paterno, M. V., & Quatman, C. E. (2016). Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 34(11), 1843–1855.
 16. Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R. (2005). Reducing Knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training intervention. *J Knee Surg*, 18(1): 82-8
 17. Koehle, M.S., Lloyd-Smith, R., Tauton, J.E. (2002). Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med*, 32(12): 785-793
 18. Kuntze, G., Nettel-Aguirre, A., Brooks, J., Esau, S., Nesbitt, C., Mosher, D., Twilt, M., Benseler, S., Ronsky, J.L., Emery, C.A. (2020). Vertical Drop Jump Performance in Youth with Juvenile Idiopathic Arthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*.

19. Liederbach, M., Kremenec, I. J., Orishimo, K. F., Pappas, E., & Hagins, M. (2014). Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes, part 2: Influence of fatigue and implications for anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 42(5), 1089–1095.
20. McConell, J. (1997). Condromalacia patelar. Síndrome de dolor femoropatelar. En: Congreso Nacional de Fisioterapia II 1997 Toledo. Madrid: Médica Panamericana, . p. 79-97.
21. Michaelidis, M., Koumantakis, G.A. (2014). Effects of knee injury primary prevention programs on Anterior Cruciate Ligament injury rates in different sports: a systematic review. *Phys Ther Sport*. 15 (3): 200-10.
22. Miralles R, (1998). Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson.
23. Moya-Angeler, J., Vaquero, J., & Forriol, F. (2017). Evaluation of lower limb kinetics during gait, sprint and hop tests before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology*, 18(2), 177–184.
24. Myer, G.D., Ford, K.R., Hewett, T.E. (2004). Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 14(5): 275-85
25. Romero-Moraleda, B., Cuéllar, A., González, J., Bastida, N., Echarri, E., Gallardo, J., Paredes, V. (2017). Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *Revista internacional de ciencias del deporte*, 48(13), 117-138.

26. Shultz, S. J., Nguyen, A. D., Leonard, M. D., Schmitz, R. J. (2009). Thigh strength and activation as predictors of knee biomechanics during a drop jump task. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(4), 857–866.
27. Tran, A. A., Gatewood, C., Harris, A. H., Thompson, J. A., Dragoo, J. L. (2016). The effect of foot landing position on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *Journal of experimental orthopaedics*, 3(1), 13.
28. Voskanian, N. (2013). ACL injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 6 (2): 158-63.
29. Whyte, E. F., Kennelly, P., Milton, O., Richter, C., O'Connor, S., & Moran, K. A. (2018). The effects of limb dominance and a short term, high intensity exercise protocol on both landings of the vertical drop jump: implications for the vertical drop jump as a screening tool. *Sports biomechanics*, 17(4), 541–553.
30. Wong, T. L., Huang, C. F., Chen, P. C. (2020). Effects of Lower Extremity Muscle Fatigue on Knee Loading During a Forward Drop Jump to a Vertical Jump in Female Athletes. *Journal of human kinetics*, 72, 5–13.

9. ANEXOS

- Consentimiento informado Mayores / Menores de edad:

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

PROTOCOLO TEST DE POTENCIA TREN INFERIOR - SALTO VERTICAL TRAS CAÍDA DE ESCALÓN (DROP JUMP)

1. CONSIDERACIONES GENERALES.

Este documento sirva para que usted, o quién lo represente, dé su consentimiento para su participación en este proyecto. Eso significa que autoriza a realizar aquellos procedimientos que sean necesarios para llevar a cabo el estudio.

Su participación es voluntaria por lo que se podrá revocar este consentimiento si fuera necesario sin haber consecuencias adversas respecto a la calidad del resto de la atención recibida.

Antes de firmar el consentimiento para la prueba, es necesario que lea y comprenda la siguiente información.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA.

Desplazarse hasta el lugar de ejecución que en este caso es el centro Podoactiva, Walqa, Huesca.

Rellenar una ficha con su nombre y apellidos, fecha de nacimiento, DNI, fecha aproximada de la lesión y **leer y firmar el consentimiento informado de la prueba.**

Vestirse adecuadamente para la prueba por lo que se les pide que se pongan ropa de deporte con el fin de realizar el test de la mejor forma posible, **la indumentaria** será una camiseta de deporte y un pantalón corto y sin zapatillas.

Realizar **medición y pesaje del participante** que se anotará en su ficha personal.

Explicar el procedimiento de la prueba y cómo hacer una buena ejecución. (vease ap.

2. DESCRIPCIÓN DEL TEST)

Realizar el **calentamiento** adecuado.

Llevar a cabo el test realizando **todos los intentos necesarios** si no sale bien a la primera y **quedándonos con el mejor resultado.**

Analizar los resultados obtenidos y compararlos con los recogidos de los sujetos base.

3. DESCRIPCIÓN DEL TEST

El test que realizaremos será un test de salto en el que se medirán factores como la fuerza explosiva, la angulación de la rodilla, el tiempo de vuelo y el tiempo de contacto con el suelo.

En el Test Drop Jump el individuo debe efectuar una acción de salto vertical, luego de una caída desde un escalón de una altura determinada.

El sujeto debe situarse sobre un escalón a una altura determinada de 60cm, dejarse caer sobre la pista en la que se ha instalado el optogait, una vez que ha tomado contacto con la pista, generar un esfuerzo repentino y máximo que lo propulse verticalmente hacia arriba.

Durante la caída previa es importante destacar que la acción de la caída desde la superficie en la que se encuentra el sujeto a ser evaluado, debe realizarse avanzando un pie y dejándose caer por efecto gravitatorio.

En ningún momento flexionar las rodillas, efecto que lograría disminuir la altura de caída o generar un salto desde el escalón, lo que daría por efecto un aumento de la altura de caída.

En cuanto a la acción de los brazos, este protocolo puede ejecutarse con acción o impulso de los brazos en el sentido del salto, es decir verticalmente, siempre y cuando se considere que el valor de esta modalidad de ejecución pueda ser comparada solo con esta misma modalidad y no con aquella en la que no se realiza con participación de los miembros superiores durante el impulso.

Respecto a la acción de los miembros inferiores, deben permanecer en extensión durante la caída y al tomar contacto con el suelo, flexionarse para coger el impulso necesario para el salto.

Durante toda la fase de vuelo al atleta debe mantener sus miembros inferiores y tronco en completa extensión, hasta la recepción con la plataforma. Puede realizarse con impulso de brazos o de modo que las manos estén sobre la cintura durante el salto.

4. OBJETIVO Y MÉTODOS A UTILIZAR.

El objetivo de este estudio es valorar como varían los parámetros de tiempo de contacto, tiempo de vuelo y ángulo “Q” de la rodilla en sujetos que han superado una lesión de Ligamento Cruzado Anterior respecto a los parámetros obtenidos de una persona sin dicha lesión.

Se realizará sobre un tapiz de tartán en el que estará instalado el sistema Optogait y se grabarán las imágenes para posterior análisis con Kinovea.

Se realizará un estudio transversal de una sesión, en la que se realizarán un mínimo de 2 repeticiones del salto para asegurarnos de que se cogen los valores adecuados.

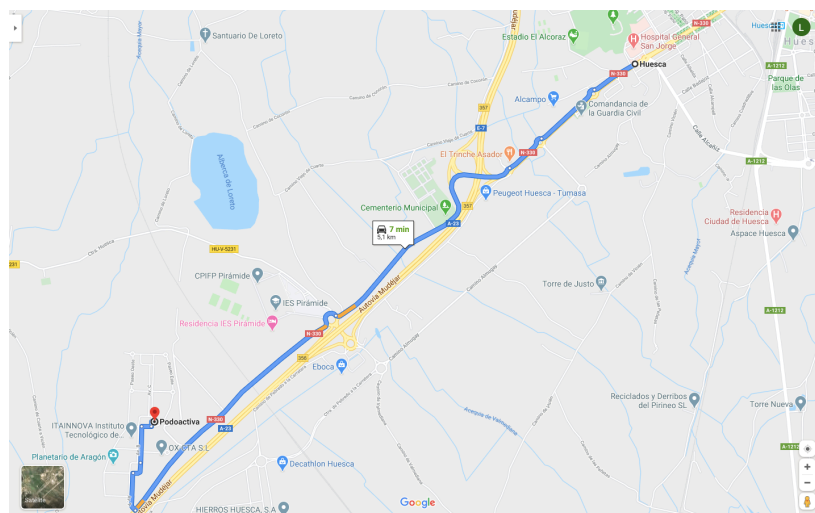
5. RIESGOS E INCONVENIENTES.

Es importante destacar que los posibles riesgos e inconvenientes de esta prueba son muy bajos, casi nulos si se realiza una correcta ejecución siguiendo los pasos indicados. La evaluación NO tiene carácter invasivo.

6. LUGAR DE REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.

La prueba se realizará en el centro Podoactiva situado en el parque tecnológico Walqa a 5 kilómetros de la capital oscense.

Dirección: Ctra. Zaragoza-Huesca, Km 566, 22197 Cuarte, Huesca.



La prueba será realizada por el estudiante de CCAFD y de prácticas en Podoactiva D.

Lorién Montalbán Gella.

- MODELO PARA MENORES DE EDAD:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____, con DNI _____,
en calidad de padre / madre / tutor / tutora de
_____, con DNI _____,
en calidad de paciente objeto del trabajo de fin de grado de _____ con
DNI _____, concedo permiso para la realización del mismo.

Así mismo, _____, autor del trabajo, se compromete a que en toda la
extensión del mismo se garantice la confidencialidad del paciente ocultando tanto su
rostro en fotografías, como sus datos filiales, de tal manera que si el trabajo es
publicado en algún medio de divulgación científica o en la base de datos propia de la
universidad nadie podrá identificar al paciente que ha sido objeto de este estudio.

Así mismo, se garantiza de que el uso de los datos obtenidos, serán únicamente
utilizados con fines académicos.

AFIRMO QUE HE LEÍDO EL PROTOCOLO DE LA PRUEBA A REALIZAR Y NO
TENGO NINGUNA DUDA O LAS DUDAS QUE TENÍA LAS HE PODIDO
RESOLVER.

DESEO RECIBIR INFORMACIÓN SOBRE LOS DATOS RECOGIDOS EN ESTE
ESTUDIO

☐ SI

☐ NO

En caso afirmativo, se le enviará una copia del protocolo de la prueba realizada junto
con la información de los resultados de la presente investigación, a la dirección de
correo electrónico:

En _____ a _____ de _____ de _____

Firma del Participante:

Firma del investigador:

- MODELO PARA MAYORES DE EDAD:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____, con DNI _____,
en calidad de paciente objeto del trabajo de fin de grado de
_____, con DNI _____, concedo permiso para la
realización del mismo.

Así mismo, _____, autor del trabajo, se compromete a que en toda
la extensión del mismo se garantice la confidencialidad del paciente ocultando tanto su
rostro en fotografías, como sus datos filiales, de tal manera que si el trabajo es
publicado en algún medio de divulgación científica o en la base de datos propia de la
universidad nadie podrá identificar al paciente que ha sido objeto de este estudio.

Así mismo, se garantiza de que el uso de los datos obtenidos, serán únicamente
utilizados con fines académicos.

AFIRMO QUE HE LEÍDO EL PROTOCOLO DE LA PRUEBA A REALIZAR Y NO
TENGO NINGUNA DUDA O LAS DUDAS QUE TENÍA LAS HE PODIDO
RESOLVER.

DESEO RECIBIR INFORMACIÓN SOBRE LOS DATOS RECOGIDOS EN ESTE
ESTUDIO

☐ SI

☐ NO

En caso afirmativo, se le enviará una copia del protocolo de la prueba realizada junto
con la información de los resultados de la presente investigación, a la dirección de
correo electrónico:

En _____ a _____ de _____ de _____

Firma del Participante:

Firma del investigador: